

THE ECONOMICS OF ENERGY AND THE ENVIRONMENT
Master “Energie, Finance, Carbone”, Université Paris – Dauphine

Professor Jan Horst Keppler

27h (nine 3h lectures), 1. Semester, Friday morning, 8h30 – 11h45

The class will provide students with an overview of key concepts in both environmental economics and energy economics. It should enable students to apply these concepts to basic policy analysis.

1. Externalities, Fixed Costs and Information
 - a. Private and public goods
 - b. Externalities
 - c. Informational complexity and transaction costs
 - d. The role of governments

2. The Static Model of Optimal Internalisation of Externalities I
 - a. The Pigouvian approach
 - b. Instruments for Internalisation
 - c. The Working of Emissions Markets

3. The Static Model of Optimal Internalisation of Externalities III
 - a. The distributional implications of the static model
 - b. Grandfathering versus auctioning
 - c. Risk, uncertainty and option value

4. The Measurement of Externalities I
 - a. Measuring Abatement Cost
 - b. Measuring Social Costs (including loss of option value)

5. The Measurement of Externalities II
 - a. Distributional implications of environmental policies
 - b. The Coasean critique (Coase against Coase)

6. Topics in Energy Economics 1
 - a. Sustainable development in the energy sector
 - b. The Porter hypothesis

7. Topics in Energy Economics 2
 - a. Rigidity, non-substitutability, security of supply
 - b. Energy subsidy removal
 - c. The rebound effect

8. The Interaction of Carbon and Electricity Markets I
 - a. Price formation in the electricity sector
 - b. Carbon prices and electricity prices: theories of price formation in the carbon market

9. The Interaction of Carbon and Electricity Markets II
 - a. Causality between CO₂ prices and different energy variables (Keppler and Mansanet)
 - b. Rents of electricity producers due to carbon pricing (Keppler and Cruciani)
 - c. Consequences of a switch to auctioning

Lecture 1 Externalities, Fixed Costs and Information

Externalities, Fixed Costs and Information

- a. Private and public goods
 - b. Externalities
 - c. Informational complexity and transaction costs
 - d. The role of governments
- Private and public goods; semi-private goods; pure and impure public goods; club goods; rivalry in consumption; conditions for private goods: divisibility and duplication; appropriable, measurable and monetisation.
 - Positive and negative externalities:
 - Definition: “an impact on the utility of another person that is not taken account of by the person who causes it”;
 - The absence of feed-back mechanisms and reciprocity;
 - The link between externalities and markets;
 - The issue of property rights and transaction costs;
 - The dynamic nature of externality (newness and complexity); the absorptive capacity of the atmosphere was sufficient for centuries;
 - What is “internalisation”?
 - Creating the missing feed-back mechanisms; (taxes, permits, property rights etc.)
 - Creating markets for externalities *is* a form of internalisation;
 - Research, measurement and public debate are to some extent in themselves methods of internalisation;
 - Codification and reducing transaction costs
 - GDP accounting versus “true welfare”;
 - fine line: market prices are true consensus figures;
 - everything else is still in the political realm (i.e., it is still being discussed controversially);
 - this takes us back to the dynamic nature of externalities;
 - carbon price good example as being on the cusp.
 - **Graph:** Production possibility frontier with and without uninternalised externalities (ENV vertical; PIB horizontal) and indifference curves; optimality requires the rate of marginal substitution to be equal to the rate of marginal transformation
 - $UM_{ENV}/UM_{PIB} = \Delta_{ENV}/\Delta_{PIB}$;
 - Achieving Pareto optimality by establishing the correct relative prices (this requires government action);
 - What stops the “invisible hand” performing its magic? Transaction costs;
 - Transaction cost reduction can substitute to some extent for artificial prices; the former also has a “public” nature but requires less direct intervention”; maximise the input of private actors;
 - A word on transaction costs: difficult to define; a residual that remains once everything else has been accounted for; an emotional, non-rational element;
 - once transformed into quantifiable elements, they become just another factor of production and allow the invisible hand to function;
 - Example: transportation costs.

Lectures 2 and 3 The Static Model of Internalising Externalities

A.C. Pigou : first analytical description of “social cost” (1916, 1920); railway example;

- Starts **Cambridge – Harvard** tradition of active government intervention to combat “market failures”;
- political, economic and philosophical debate – can governments know or do better than markets;

Historic opponent **Chicago School** (in our context Coase and Stigler):

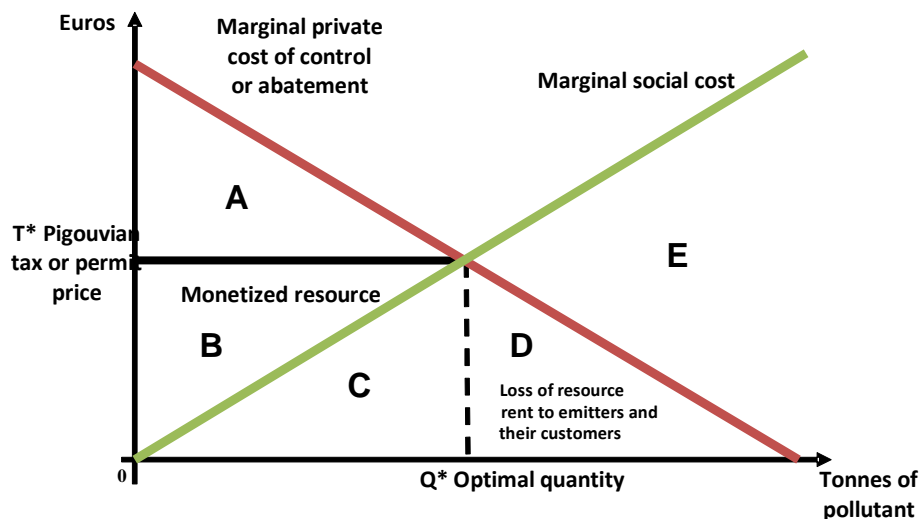
- why should bureaucrats know better than entrepreneurs?
- In their most primitive version maintain “there exist no policy-relevant externalities”;
- mention lighthouse; orchard owners that pay bee-keepers;
- define property rights and let markets get on with it;
- the allocation of property rights does not matter

Opposition implacable in static world; disappears in dynamic approach; all agree “the amount of externalities is determined by the level of transaction costs”; if transaction costs can be reduced, then government has useful role to play.

Back to Pigou pioneer for static optimisation **assumption of perfect information (absence of transaction costs)**:

- Counter to intuition, the optimal level of externalities in an economic framework is *not* a zero level -- *abatement costs* (another expression is cost of control).
- Optimal level of externalities or the optimal level of production is defined by the equality of the marginal cost of the externality to those who are affected by it and the marginal cost of abatement to those, who cause it. Since a dollar saved is a dollar earned, the latter is often referred to as its marginal benefit.
-

Optimal Static Internalisation



To arrive at the optimal point there exist two principal approaches in standard economic theory:

- (a) supplement existing markets ;
 - Pigouvian tax
 - Standard, regulation
 - Subsidy

- (b) create new ones.
 - Permit trading
 - Extend property rights; insurance obligations, liability
 - Legal system

Show how Pigou works to reach optimal level; the objective is *not* to punish polluters but to optimise total welfare through **RENT MAXIMISATION** (the rent contained in the environmental good/public good/club good provided for free by nature).

The Distributional Impacts of Different Internalisation Strategies

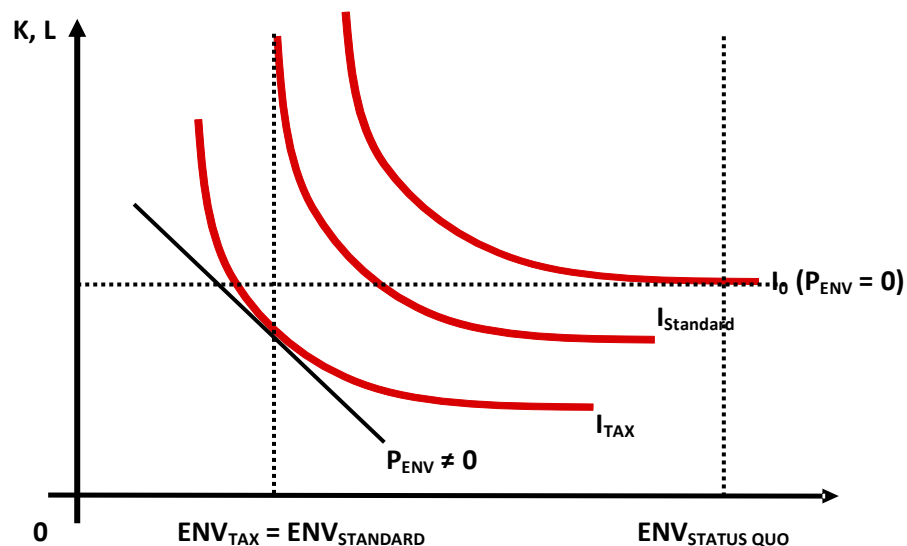
	Status quo	Tax (Pigou)	Standard	Permit Trading (GF)	Permit Trading (AU)	Coase PR Polluters	Coase PR Public
Polluters and their consumers	A+B+C+D	A	A+B+C	A+B+C	A	A+B+C+D+ $\frac{1}{2}E$	A+B-B+C-C
Public	-C-D-E	-C	-C	-C	-C	-C-D- $\frac{1}{2}E$	-C+C+B
Government	0	B+C	0	0	B+C	0	0
Total resource rent	A+B-E	A+B	A+B	A+B	A+B	A+B	A+B

Remarks:

1. If markets for polluting products are competitive; the rents of polluters are competed away and they accrue fully to consumers (frequently a large part of the population – think of electricity – which makes environmental policy so difficult – compensation is name of the game; in theory, funds should not be earmarked; in practice, they frequently need to be in order to absorb the shock of sudden distributional re-arrangements);

2. A standard is less optimal than the other instruments, because polluters *do not pay for the infra-marginal* units; this brings inefficiencies not in the market for pollution but in the market for the underlying good: over-investment in abatement cost technologies and not enough reduction of production since prices are too cheap;

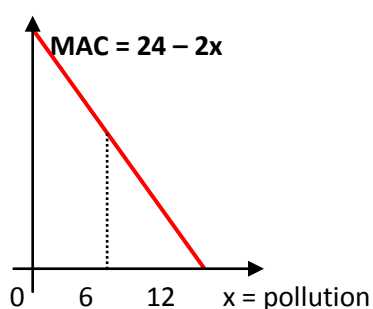
Show with isoquants; but who loses? Society, as rent (B+C) is partly dissipated, although part of is captured by producers/consumers.



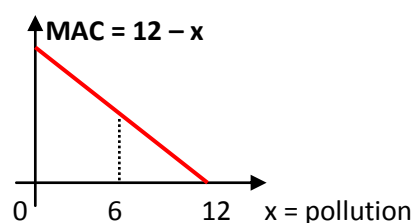
2. Quantities in Italics depend on negotiation :
 $0 < \frac{1}{2}E < E$ and $0 < B < A + B$.
3. Permits are curious combinations; more a quantity instrument than a price instrument but in many ways similar to tax (notably distribution and efficiency); also, of course, market creation and thus Coasean (assignment of property rights) instrument; great solution, but do not underestimate up-front costs in setting them up; tax many advantages except possibility to **respect historic allocation of use rights with grandfathering**; **discuss switch to auctioning in 2013 in this light**.

Efficiency Gains due to Price Instruments

Enterprise A



Enterprise B



Total Pollution before instrument at $MAC = 0$: $12 + 12 = 24$;

Total Gain for Enterprise A: 144

Total Gain for Enterprise B: 72

Costs at **Standard -50%** :
 Enterprise A : Cost: $6 \times 12/2 = 36$; pollution 6; abatement 6; remaining gain 108;
 Enterprise B : Cost: $6 \times 6/2 = 18$; pollution 6; abatement 6; remaining gain 54;
 Total cost = **54**; total pollution = 12; government gains nothing; total remaining economic gain **162**.

Permit price (grandfathering) = 8 = $MAC_A = MAC_B$:

Enterprise A : Cost: $4 \times 8/2 = 16$; pollution 8; abatement 4;
 Total costs free allowance; including 2 emission permits (value 16): $16 + 16 = 32$;
 gains 4; remaining gain **112**

Enterprise B : Cost: $8 \times 8/2 = 32$; pollution 4; abatement 8;
 Cost including sale of 2 emission permits: 16; gains 2; remaining gain **56**;

Total cost = **48**; total pollution = 12; government gains nothing; total economic gain **168**.

Calculation of the tax = $MAC_1 = MAC_2$: $24 - 2x_1 = 12 - x_2$ and $x_1 + x_2 = 12$...

An efficiency gain of 6 that is shared between the two companies;

With tax or auctioning at $T = PP = 8 = MAC_A = MAC_B$:

Enterprise A : Cost: $4 \times 8/2 = 16$; pollution 8; abatement 4; costs including tax/auctioning: $16 + 64 = 80$; remaining gain **64**;

Enterprise B : Cost: $8 \times 8/2 = 32$; pollution 4; abatement 8; costs including tax/auctioning: $32 + 32 = 64$; remaining gain: **8**

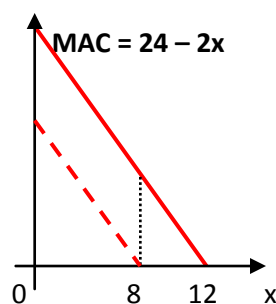
Total cost to enterprises **146**; total pollution = 12; government gains **96**; Total gain: $96 + 64 + 8 = 168$

Subsidy

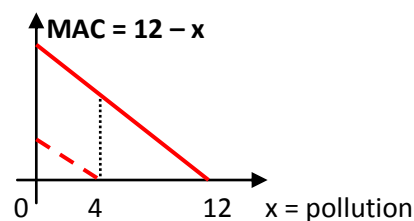
Government organises transfer so that enterprises are subsidised for their effort;

- an optimal subsidy would give $32 + \epsilon$ to enterprise B to abate 8 units and $16 + \epsilon$ to enterprise A to abate 4 units; in this case, the total remaining economic gain would be $168 -$ minus the deadweight loss; similar a standard, however, there would be overinvestment in abatement technologies and overconsumption of the polluting good;
- a subsidy to induce each company to reduce by 50% would have a total cost of 54 and thus the economic gain would be reduced to $160 -$ minus the deadweight loss – minus the overinvestment in abatement technologies;
- Finally, a per-unit subsidy of 8 would induce each firm to comply with the overall objective of 12 units of abatement (see below). It would cost the government (society) 96. The gain for enterprise A would be $128 + 64 = 192$ and for enterprise B it would be $40 + 32 = 72$ for a total economic gain of $168 -$ the deadweight loss – minus the overinvestment in abatement technologies (the difference to a tax or a carbon trading regime with auctioning is huge and the lobbying efforts commensurable). However, the per-unit subsidy is theoretically economically efficient as it yields a total economic gain of 168 if one abstracts from second-round effects and distributional impacts.

Enterprise A



Enterprise B



5. Dynamic effects on technological progress (will come back to it later in detail in connection with energy);

Mention : reducing pollution (moving along the MBP or MAC or MCC or MCR curve) means changing relative factor shares. This means:

(Energy, carbon...) efficiency improvement *and* (energy, carbon...) intensity improvements. The two are the same *at the process-level only*.

Why? At higher levels of aggregation structural shifts in production and consumption as well as the *rebound effect* will drive a wedge between the two. What is the rebound effect? The increase in (energy service) demand due to an energy efficiency improvement that spells a *de facto* lower price for energy services.

In addition, Hicksian price-induced technological change: this refers to genuine innovations spurred by the desire of carbon emitters to escape the fiscal pressure.

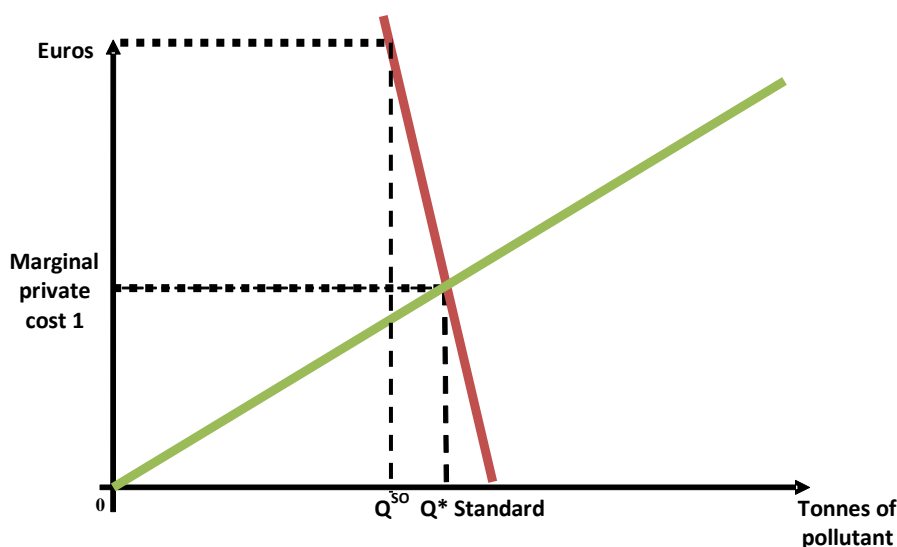
6. Choosing the right policy instrument under uncertainty and imperfect information

The main problem in the internalisation of externalities concerns exact knowledge of the cost curves. If the shape of the marginal cost curve is only insufficiently known, but some action has to be taken, the question is how to minimise welfare losses for the concerned firms, as well as for the people affected. Choices about instruments have to be made under uncertainty.

Differently put, under which circumstances are small errors in quantity or small errors in price more important. Taxes set prices, standards set quantities. Standards include in this discussion emission trading: carbon tax or carbon trading?

The marginal abatement cost (marginal private benefit) curve

If the MPB (MCC, MAC, MRC...) curve is very steep (inelastic, rigid, high costs of abatement...), then a standard that is only slightly off the mark can result in huge economic welfare losses



Vice versa, if the marginal benefit curve is flat, standards might be the preferable solution. The steepness of the marginal benefit curve corresponds, obviously to the elasticity of the curve. The

flatter the curve, the higher its (price) elasticity. The same arguments apply: a wrongly set tax (the price for environmental good) will lead with a high elasticity to a very strong (wrong) response, as firms shift their production dramatically. This does in no way contradict the more familiar argument that high price elasticities are good for internalisation. It just means that large environmental benefits can be achieved with a relatively low level of taxes. Yet the latter statement does not reflect on the wider problem of the welfare losses due to an incorrect setting of the taxes.

The marginal cost curve

The shape of the marginal cost curve is usually not exactly known, yet one special cases should be mentioned. If the marginal cost curve has a sudden jump at one well defined quantity point then a standard is clearly the cost minimising (and welfare maximising) solution.

In the end, if you are about the precise economic impact now and vague environmental benefits later: chose a tax.

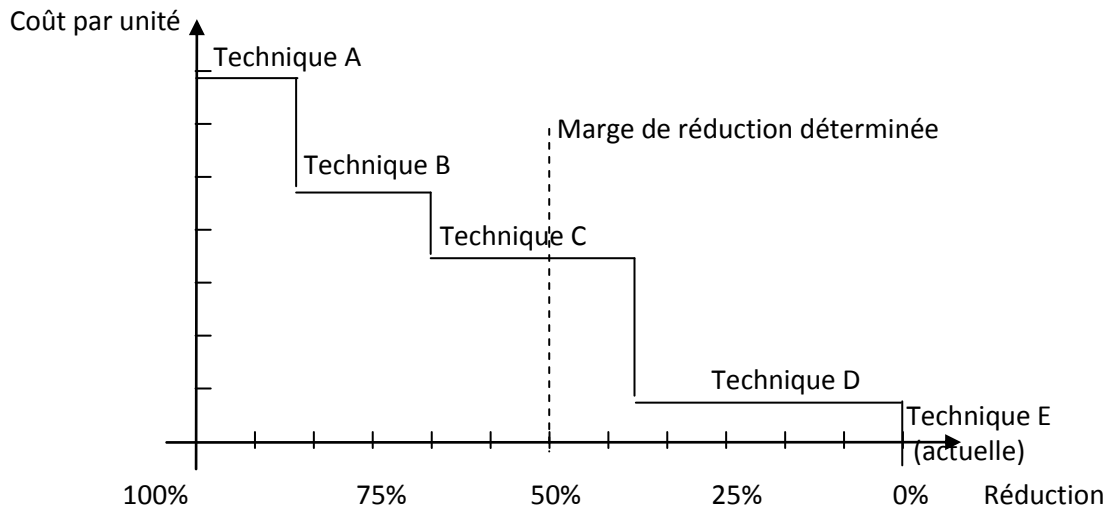
If you care about precise environmental outcomes now and the economic impacts are less of an issue choose a standard or an emission trading system.

When choosing between a tax and an emission trading system, however, you need to take into account the fact that the latter allows (a) modulating distributional impacts with less than 100% auctioning even w/ the same environmental outcome and may allow easier transfers between polluters with high and low marginal abatement costs (North – South, for example).

Lecture 4 Measuring Marginal Cost and Benefit Curves

Measuring the marginal benefit curve

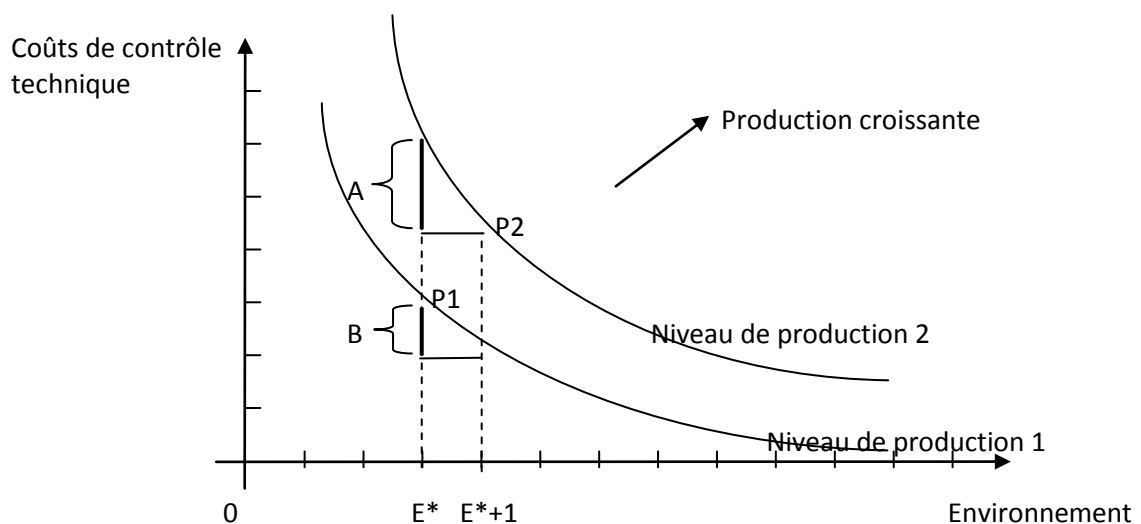
Based on discontinuous *average* costs of different technologies with different abatement cost potential.



This remains an approximate solution.

The two elements of reducing pollution:

1. installing abatement technologies,
2. reducing production

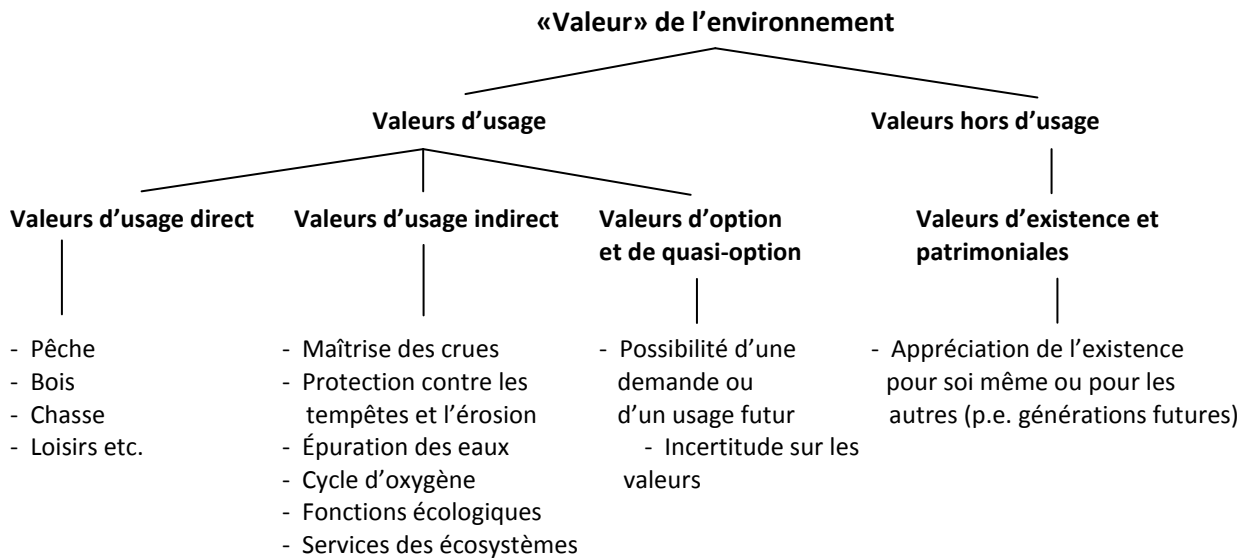


The MCC curve is the minimum cost curve traced by both options.

To understand, regard the two isoquants, the same reduction costs *less* at lower levels of production. This means, to minimise total costs both levers need to be mobilised.

Measuring the marginal cost curve: the “raison d’être” and the Achilles’ heel of environmental economics

Environmental values: an over-view



Uncertainty and irreversibility : understanding option value

Possessing an option to adjust an action after new information comes in is valuable! For an option to have value, there has to be

- (a) uncertainty,
- (b) irreversibility in the absence of the option.

An option can also be calculated as the “value of waiting” that has to be equalized at the margin to the cost of not investing. Crucial parameters are the nature of the uncertainty encountered and interest rate.

Option value in economic theory is akin to possessing a financial “put” or “call” option.

The standard text that has popularized the notion is Dixit and Pindyck (1994), *Investing under Uncertainty*, Princeton University Press.

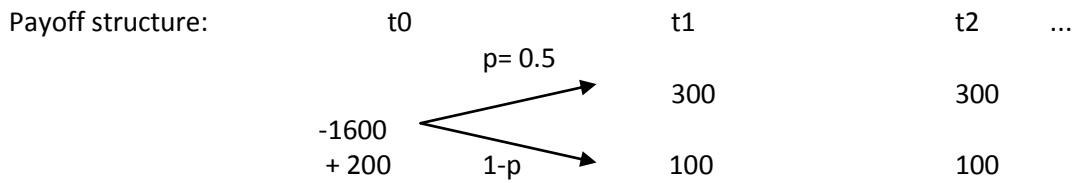
A word of caution: in quite a number of game-theoretic situations there is a distinct value to committing oneself to a particular course of action (voluntarily foregoing any options to change). In practice, one needs to trade-off one against the other.

Considering option value remains hugely important.

Example 1 in the spirit of Dixit and Pindyck

We calculate the NPV of an immediate investment and compare it to the NPV of a deferred decision on investment, yes or no (the agent is holding the option *not* to invest in the light of the new information coming in at $t = 1$).

Investment: $I = -1600$; $i = 10\%$



NPV of investing immediately:

$$NPV = -1600 + \sum_{t=1}^{\infty} 200 / (1.1)^t + 200 = -1600 + 2000 + 200 = 600$$

$$\begin{aligned} \sum_{t=1}^{\infty} 1 / (1.1)^t &= (1 / (1.1)^1 + 1 / (1.1)^2 + 1 / (1.1)^3 \dots 1 / (1.1)^n) \lim(n \rightarrow \infty) \\ &= (1 / (1.1)^1 + 1 / (1.1)^2 + 1 / (1.1)^3 \dots 1 / (1.1)^n) \lim(n \rightarrow \infty) \frac{1 - 1 / (1.1)}{1 - 1 / (1.1)} = \\ &= \left[\left(\frac{1}{(1.1)^1} - \frac{1}{(1.1)^2} + \frac{1}{(1.1)^2} - \frac{1}{(1.1)^3} + \frac{1}{(1.1)^3} \dots - \frac{1}{(1.1)^{n+1}} \right) \lim(n \rightarrow \infty) \right] / [1 - 1 / (1.1)] \\ &= \frac{1}{(1.1)} / \left(1 - \frac{1}{(1.1)} \right) = 10 \end{aligned}$$

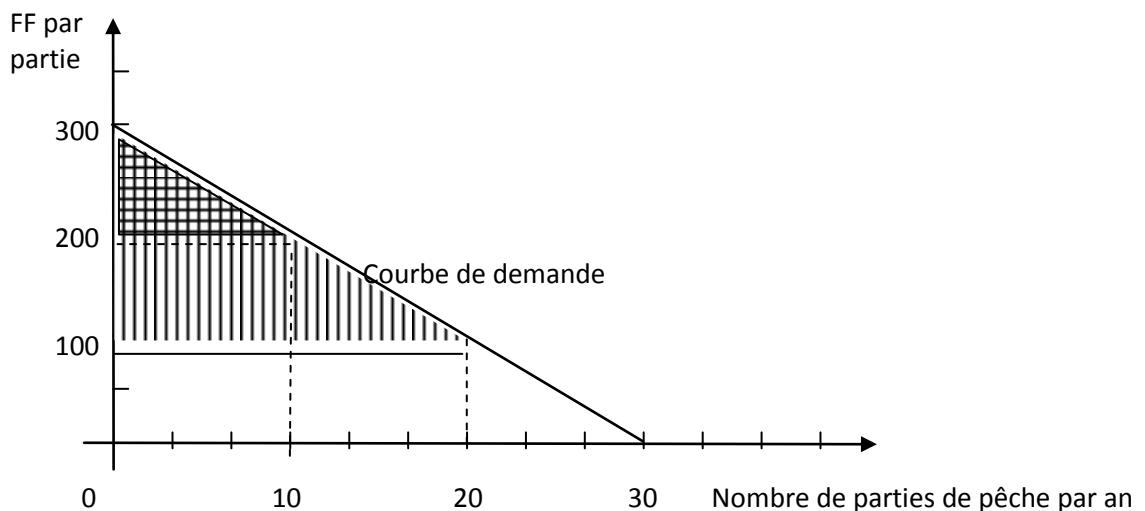
NPV of deferring the investment:

$$NPV = 0.5 * (-1600 / 1.1 + \sum_{t=1}^{\infty} 300 / (1.1)^t) + 0.5 * 0 = 0.5 * (-1455 + 3000) = 773$$

Result: defer the investment, the option value is larger than the loss during $t = 0$.

INSERT HERE EXAMPLE OF OPTION VALUE IN CONNECTION WITH EARLY CLIMATE ACTION THAT MAINTAINS THE OPTION TO ACT IN CASE THAT THE THREAT OF CLIMATE CHANGE IS VERIFIED.

Measuring the loss of consumer surplus (this demands a demand curve)



L'exemple suivant développe cette notion plus en détail.¹ Imaginons, qu'un pêcheur de loisir est disposé de dépenser 300 francs par partie de pêche s'il a la possibilité d'en faire une partie par an. Avec la possibilité d'en faire dix, sa disponibilité est réduite à 200 francs par partie, avec vingt parties par an ce seront 100 francs. Finalement, avec trente parties par an il n'a plus envie de dépenser pour une partie supplémentaire. Ces différents points constituent une courbe de demande.

On voit que la disponibilité de dépenser de l'argent diminue avec le numéro des parties de pêche. Si maintenant le prix de pêche est de 100 francs par partie (coût d'accès, voyage, équipement, perte de temps etc.), le pêcheur s'offrira vingt parties de pêche par an. Dans ce cas, le surplus du consommateur correspond à la superficie du grand triangle rayé (soit $(200 \text{ francs} \times 20)/2 = 2\,000$ francs).²

Imaginons que dans le passé le pêcheur était capable de prendre en moyenne quatre poissons par partie de pêche. Imaginons en plus que dernièrement, à cause d'une dégradation de la qualité environnementale de l'eau, la prise moyenne s'est réduite à deux poissons par partie de pêche. Pour continuer notre exemple très stylisé présumons que la seule utilité d'une partie de pêche réside dans le numéro de poissons pris. Il est clair alors que maintenant pour capturer quatre poissons le pêcheur devrait dépenser le double (ou 200 francs) pour chaque «partie de pêche à quatre poissons». ³ Ceci réduit son surplus de consommateur à la superficie du petit triangle doublement rayé (soit $(100 \text{ francs} \times 10)/2 = 500$ francs).

There is thus a need to define a willingness-to pay (marginal utility)

Vers une courbe de demande pour les biens environnementaux

Ce chapitre présentera des méthodes pour évaluer la valeur de l'environnement. Dans une perspective économique, l'idéal serait d'être capable de construire une courbe de demande pour chaque élément de l'environnement – d'avoir pour chaque quantité (offerte ou réduite) une évaluation précise, un prix comme dans l'exemple précédent. Évidemment ceci n'est pas toujours possible pour des biens publics comme l'environnement, vu que ce n'est déjà pas facile d'établir une telle courbe de demande pour des biens privés où les prix sont observables sur des marchés.⁴ Pour cela on a développé plusieurs méthodes qui permettent de s'approcher à une telle courbe de demande ou, au moins, d'en déterminer un seul point. Cinq de ces méthodes seront brièvement présentées afin de donner une idée du problème.

Les dépenses de protection

Les dépenses de protection pour l'environnement sont une entité très facilement repérable. On les trouve dans les comptes des entreprises et des institutions gouvernementales. Ils expriment un certain souci pour l'environnement. Alors pourquoi ne sont-elles pas une mesure pratique pou

¹ L'exemple est pris de Jean-Philippe Barde, *Économie de l'environnement*, Presses universitaires de France, 1991, Paris, pp. 67-71.

² On parle du "surplus" du consommateur, parce que l'utilité (vu la disponibilité de payer du pêcheur) pour toutes les parties sauf la dernière était supérieure au prix de 100 francs.

³ Ou le pêcheur va deux fois à la place d'une pour chaque prise de quatre poissons ou il doit aller plus loin et dépenser plus pour trouver des eaux d'une qualité non-diminuée.

⁴ Dans la logique de l'exemple précédent nous cherchons maintenant de déterminer les disponibilités du pêcheur de payer pour ses parties de pêche. Comment est-ce que nous savons s'il y a une évaluation de 100, 200 ou 300 francs ? Est-ce que lui-même le sait ?

l'évaluation de l'environnement ? Le problème avec les dépenses de protection est qu'on manque sans informations ultérieures l'indication de la qualité de l'environnement et de son changement. On a un (seul) prix pour la courbe de demande mais pas de quantité. Peut-être des dépenses élevées sont le résultat d'une négligence de longue date et de fortes pressions industrielles et l'environnement est dans un état critique. Peut-être des dépenses modestes sont le résultat d'une administration modèle où peu d'activités réparatrices sont nécessaires. Sans information sur la marge d'amélioration « achetée » avec ces dépenses on a peu d'indications de la valorisation de l'environnement.

Ceci dit, les dépenses de protection pour l'environnement constituent toujours une donnée valable, surtout si on a la possibilité de comparer plusieurs données dans le temps. Augmentées avec des indicateurs biophysiques sur la qualité de l'environnement, elles peuvent même être utilisées pour en construire des courbes de demande à des hauts niveaux d'agrégation.

La monétisation des dommages physiques et commerciaux

La monétisation des dommages physiques est de nouveau une méthode imparfaite sur le plan méthodologique plutôt que sur le plan des données. Beaucoup des effets externes (pollution, dégradation, mauvaise utilisation des sols etc.) n'entraînent pas seulement des coûts sociaux, mais aussi des coûts privés. Le dioxyde de soufre et la pluie acide détruisent la qualité des forêts et des espaces naturels pour tout le monde (coûts sociaux), mais ils créent aussi des pertes bien concrètes pour les bûcherons (coûts privés). Le naufrage d'un bâtiment transporteur de pétrole dégrade la flore et la faune des zones côtières mais enfile des dommages mesurables au conchyliculteurs et aux professionnels du tourisme. Un autre exemple est donné par les ravalements et les travaux de peinture nécessaires pour les immeubles de plus en plus souvent endommagés à cause d'une pollution atmosphérique toujours plus forte

La monétisation des ces dommages est assez facilement faisable, mais ici aussi il faut veiller à quelque question méthodologique. Les dommages physiques et commerciaux ne sont pas vraiment une bonne expression pour toute la valeur de l'environnement, mais plutôt une expression de la valeur de cette partie de l'environnement qui est utilisée en manière privative. Ils constituent certes une partie importante des coûts de la pollution, mais pas vraiment une évaluation de l'environnement comme bien public mais comme bien privatisable. En plus nous nous posons de nouveau la question, quel est le niveau de référence en terme de qualité environnementale avant et après la pollution. Ce n'est seulement avec ces informations supplémentaires, que la monétisation des dommages physiques et commerciaux pourrait être utilisée pour construire une courbe de demande pour la qualité environnementale.

Les prix hédonistes

La méthode des prix hédonistes est la première méthodologie véritablement économique pour estimer la demande pour la qualité environnementale ou au moins de certains de ces aspects. Elle part de l'idée que les prix de certains biens privés (comme par exemple les maisons ou les appartements) ont déjà intégré l'évaluation de certaines caractéristiques, qui sont eux-mêmes liées à la qualité environnementale. Par exemple, les maisons proche des parcs et des espaces seront plus coûteuses que des autres maisons de la même superficie – *idem* pour la vue dégagée, l'absence de bruit et de pollution, la proximité à l'eau et des autres paramètres liés à la qualité environnementale.

$$P_{\text{maison}} = f(\text{superficie, qualité et année de construction ... qualité environnementale})$$

$$\partial P / \partial Q_E = \epsilon_{P/Q_E}$$

En choisissant un numéro suffisant de maisons, toutes avec leur prix et l'index de la qualité environnementale (prenons comme exemple la proximité aux espaces verts), on peut faire une régression économétrique. Cette régression établit l'élasticité du changement de prix dû à la qualité des espaces verts. Par exemple, une élasticité de -0.1 indique qu'avec la division par deux de la qualité d'un espace vert, le prix d'une maison diminuerait de 5%. La différence de prix (ajoutée sur toutes les maisons concernées) devient alors le coût de la dégradation de la qualité environnementale.

La méthode des prix hédonistes est une méthode bienaimée par les économistes pour son élégance et sa nécessité d'appliquer un certain savoir-faire. Ses contraintes ne sont cette fois pas sur le plan méthodologique mais sur le plan des données. Comment trouver *toutes* les informations qui déterminent les prix d'un numéro important d'informations ? En plus, cette méthode présume un marché immobilier fonctionnant avec une fluidité complète sans distorsions. Dernier point, la méthode des prix hédonistes est plus adaptée à l'évaluation de critères bien mesurables (le bruit, la pollution) qu'à l'évaluation de biens complexes comme la richesse d'un écosystème qui nécessiteraient une information énorme de la part des participants dans le marché.

La méthode des coûts de déplacement

Ceci est une autre méthode proprement « économique ». Elle possède le grand avantage d'être capable de construire directement une courbe de demande sans ultérieure transformation. Comme la méthode précédente, elle construit la valeur d'un bien environnemental à partir des dépenses que les gens sont disposés à faire pour le bien environnemental en question. Son nom indique qu'il s'agit des dépenses de voyage ou de déplacement pour des sites naturels qui valent le voyage.

Step 1:

The first step is to define a set of zones surrounding the site.

Step 2:

The second step is to collect information on the number of visitors from each zone, and the number of visits made in the last year.

Step 3:

The third step is to calculate the visitation rates per 1000 population in each zone (the frequency of travel – this will indicate the travel demand in function of the cost (distance). This is simply the total visits per year from the zone, divided by the zone's population in thousands.

Step 4:

The fourth step is to calculate the average round-trip travel distance and travel time to the site for each zone. Assume that people in Zone 0 have zero travel distance and time. Each other zone will have an increasing travel time and distance. Next, using average cost per mile and per hour of travel time, the researcher can calculate the travel cost per trip.

Step 5:

The fifth step is to estimate, the equation that relates visits per capita to travel costs.

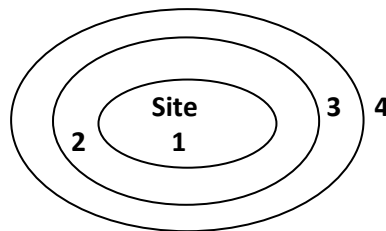
Step 6:

The sixth step is to construct the demand function for visits to the site, using the results of the regression analysis. The first point on the demand curve is the total visitors to the site at current access costs (assuming there is no entry fee for the site). The other points are found by estimating the number of visitors with different hypothetical entrance fees (assuming that an entrance fee is viewed in the same way as travel costs).

Step 7:

The final step is to estimate the total economic benefit of the site to visitors by calculating the consumer surplus, or the area under the demand curve.

Imaginons un site naturel d'une grande notoriété, qui attire des visiteurs de proche et de loin.⁵ En premier lieu on classe les visiteurs en différentes catégories selon leur distance du site.



Ensuite, il faut mesurer les coûts d'accès pour chaque catégorie et le numéro des visiteurs par population et par an. Avec des données illustrations cela pourrait donner le tableau suivant :

Région	Coût d'accès	Population	Visiteurs par an	Visiteurs par 1000
1	1	10 000	200	20
2	2	5 000	75	15
3	3	20 000	200	10
4	4	5 000	25	5

Ceci donne une relation entre les coûts d'accès et le taux de visite (visiteurs par mille) :

$$\text{Visiteurs par mille} = 25 - (5 \times \text{Coût d'accès})$$

Pour construire une courbe de demande, il faut considérer comment la quantité d'environnement demandée change avec le prix. La quantité demandée correspond dans cet exemple au numéro des visiteurs par an. En variant le prix (imaginons qu'un prix d'entrée hypothétique serait payable à l'entrée du site en question) on obtient sur la base de la relation entre visiteurs et coûts d'accès le tableau suivant. (Attention, il faut *additionner* le prix d'entrée et le coût de déplacement pour obtenir les bons résultats.)

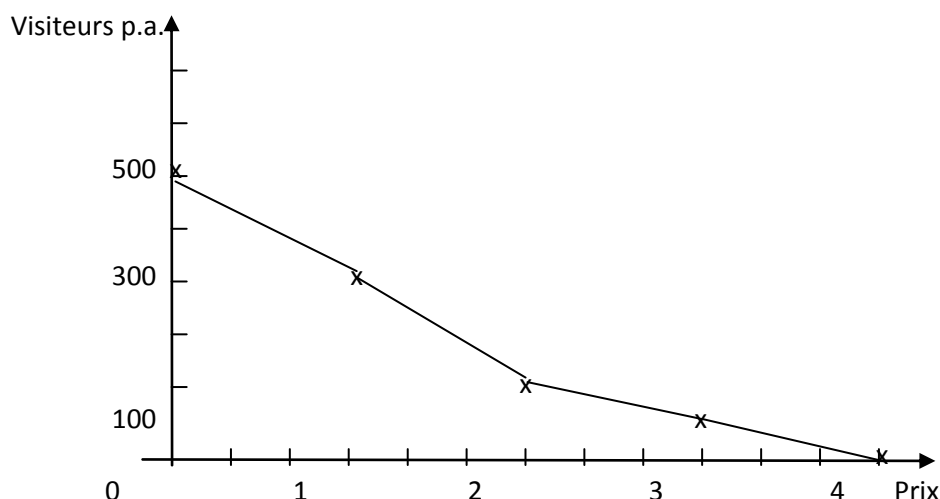
	Population	Prix _E = 0	Prix _E = 1	Prix _E = 2	Prix _E = 3	Prix _E = 4
Visiteurs de Z. 1	10 000	200	150	100	50	0
Visiteurs de Z. 2	5 000	75	50	25	0	0

⁵ L'exemple a été repris de Philippe Bontems et Gilles Rotillon, *Économie de l'environnement*, Paris : La Découverte, 1998, p. 39.

Visiteurs de Z. 3	20 000	200	100	0	0	0
Visiteurs de Z. 4	5 000	25	0	0	0	0
Total	30 000	500	300	125	50	0

L'équation est : $\text{Visiteurs } f(\text{zone}, \text{prix}_E) = \text{POP}/1000 * (25 - 5 * (\text{coût} + \text{prix}_E))$

Avec ces données on peut construire une courbe de demande pour le site naturel en question – qui est reproduite ici avec les axes inversés.



Calculant le surplus du consommateur (la valeur du site) on arrive à 725. Une estimation simple donnerait une forme analytique à la courbe de demande proche de

$$\text{Visiteurs par an (quantité)} = 500 - 125 \text{ Prix.}$$

La méthode des coûts de déplacement est une méthode simple et robuste. Son problème consiste dans le fait que la plupart des biens environnementaux ne peuvent pas être considérés dans une logique de déplacement (**cela ne mesure que leur valeur touristique**). Un problème ultérieur est aussi l'hypothèse de l'homogénéité économique des régions concernées, même si cela peut être résolu avec des méthodes plus avancées.

L'évaluation contingente

La dernière méthode retenue ici est à la fois la plus simple, au moins dans son idée de base, et la plus controversée. Cette idée de base est de *demander* aux gens combien ils seraient disposés de payer pour une amélioration d'un bien environnemental ou, le cas échéant, d'éviter sa perte.⁶ La méthode est séduisante dans sa simplicité. On demande les personnes concernées leur évaluation, on fait la somme, et on obtient «la valeur» du bien. De plus elle est la seule méthode qui permet, au moins en principe, de déterminer les valeurs d'existence et de patrimoine, car les deux méthodes précédentes sont liées avant tout à l'utilisation du bien environnemental.

⁶ Nous discuterons plus ci-dessous les implications des droits de propriété concernant l'environnement (payer pour éviter la perte ou accepter une compensation) sur les évaluations.

L'évaluation présente cependant aussi un nombre considérable de problèmes. Le plus important est le problème de l'information des répondants. Est-ce qu'ils ont vraiment une idée de la situation qui va se présenter après le changement de la qualité environnemental ? Comment faire la distinction entre la valeur d'une certaine espèce et la valeur de l'écosystème dans lequel elle vit ? Souvent on a remarqué deux effets : d'abord les réponses ne variaient pas suffisamment avec l'échelle (exemplaire, race, espèce, écosystème, environnement tout court ...) ; beaucoup de gens offraient à la première demande leur évaluation de la valeur complète de l'environnement sans faire une distinction entre ses éléments. Deuxièmement, en considérant les réponses pour différents éléments dans leur ensemble on arrivait à des sommes largement supérieures du budget des personnes interrogées.

Des techniques plus raffinées d'interrogation (comprenant une information précédente soignée) ont alors été développées pour répondre à ses problèmes. Cela a diminué certains problèmes, mais a augmenté la complexité et le coût de la méthode. Après un certain enthousiasme général, l'évaluation contingente est aujourd'hui une technique certes imparfaite mais utilisable parmi d'autres.

Lecture 5 The Measurement of Externalities II

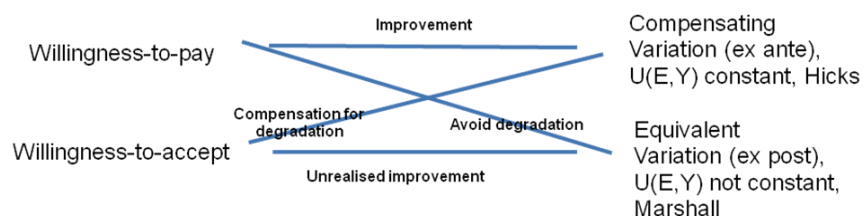
- a. Distributional implications of environmental policies
- b. The Coasean critique (Coase against Coase) see separate text

In the light of this fundamental weakness of contingent valuation, it hardly seems to matter that this particular attempt to establishing monetary values for public goods also poses some tricky theoretical questions concerning the framing of the questions itself and referring to the distinction between:

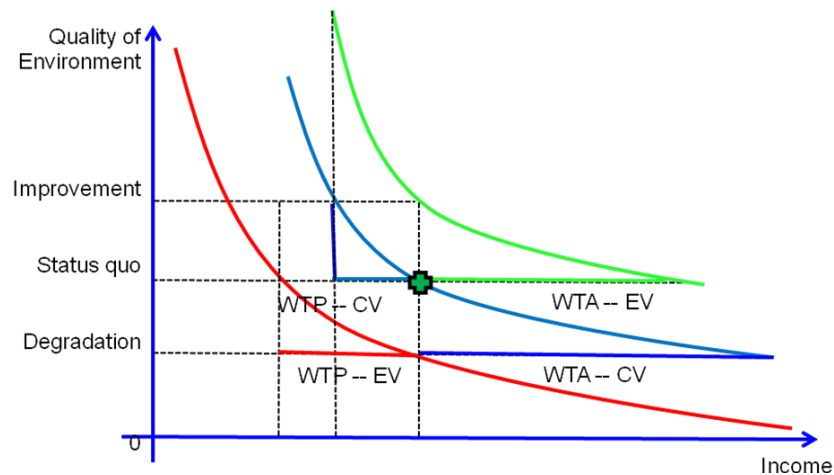
- a) willingness-to-pay and willingness-to-accept,
- b) compensating and equivalent variation as well as
- c) Hicksian and Marshallian demand.

At first sight, it should seem that asking the answers to the question “how much would you pay to progress from level A to a higher level B of environmental quality?” and “how high would the compensation need to be for you to accept a decrease from the higher quality level B to level A?” should yield comparable outcomes. The two answers are, however, quite different. The reason is that the first question is posed *ceteris paribus* to an individual possessing a lower level of income than the second individual. The answer of the first individual would have been identical to the second individual’s response only if the question had been “how much would we need to compensate you for the fact that the promised improvement from A to B never took place?” The second individual’s answer would have been equal if the question had been “how much would you be willing to pay to avoid the decrease from B to A?”

The reason is that in the first two examples, the utility levels *ex ante* of the change in environmental quality are the relevant parameters to assess the equivalence of environmental quality change and its monetary equivalent (compensating variation), while in the second two examples, the utility levels *ex post* of change are the relevant parameters (equivalent variation). The first couple of question thus supposes Hicksian demand functions with constant utility levels, while the second couple of question supposes Marshallian demand functions that incorporate the changes into the future utility levels.



The two graphs further elucidate the relations between these different measures of the value of the public good of environmental quality. It is left to the reader to decide, which one continues its “true” value.



In the end, however, such specific theoretical questions do not pose the decisive difficulty of finding monetary expressions of the value of public goods and of the externalities that threaten to destroy or to diminish them. The key point remains that there is no escaping the Coasean verdict that what is hidden behind the veil of transaction costs cannot be pulled out easily into the light of overt monetisation. Or in Coase's own words:

"My point was simply that such tax proposals are the stuff that dreams are made of. In my youth it was said that what was too silly to be said may be sung. In modern economics it may be put into mathematics (Coase (1988), 185)."

« La valeur » de l'environnement dépend donc des conditions de départ. Elle change en fonction des droits de propriété et ainsi en fonction du fait si on est confronté à une amélioration ou une dégradation de la qualité environnementale (ce qui fait que le propriétaire est plus ou moins riche). En dernière instance, ils sont différents en fonction du niveau de bien-être de référence (avant ou après le changement de la qualité environnementale). L'évaluation de l'environnement ne peut être résolue en abstrait, mais demande la réflexion sur des considérations de distribution, d'éthique et de justice.

- 6. Topics in Energy Economics 1 (see presentation EEE 6)**
 - a. Sustainable development in the energy sector**
 - b. The Porter hypothesis**

- 7. Topics in Energy Economics 2 (see presentation EEE 7)**
 - a. Rigidity, non-substitutability, security of supply**
 - b. Energy subsidy removal**
 - c. The rebound effect (see Keppler and Birol (2000))**

- 8. The Interaction of Carbon and Electricity Markets I (see presentation EEE 8)**
 - a. Price Formation in the Electricity Sector**
 - b. Carbon Prices and Electricity Prices: different theories of price formation in the carbon market**

- 9. The Interaction of Carbon and Electricity Markets II**
 - a. Causality between CO2 prices and different energy variables (see Keppler and Mansanet (2010))**
 - b. Rents of electricity producers due to carbon pricing (Keppler and Cruciani (2010))**
 - c. Consequences of a switch to auctioning**

Bibliography

- Arrow, Kenneth J. (1970). "The Organization of Economic Activity: Issues Pertinent to the Choice of Market versus Non-Market Allocation", in Robert H. Haveman and J. Margolis (eds.), *Public Expenditure and Policy Analysis*. Chicago.
- Baumol William and W. Oates (1988). *The Theory of Environmental Policy*. New York: Cambridge University Press.
- Coase, Ronald H. (1960). "The Problem of Social Cost", *Journal of Law and Economics* 1(1): 1-21.
http://www.ecosystemvaluation.org/dollar_based.htm
- Freeman, Myrick (1979). *The Benefits of Environmental Improvements: Theory and Practice*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Keppler, Jan Horst (2011). *Carbon Pricing, Power Markets and the Competitiveness of Nuclear Power*, avec Claudio Marcantonini, OCDE, Paris, 101 p.
- Keppler, Jan Horst (2010). *Projected Costs of Generating Electricity : 2010 Edition* with M. Sicilia, OCDE, Paris, 215 p.
- Keppler, Jan Horst (2010). « Causalities between CO₂, Electricity, and other Energy Variables during Phase I and Phase II of the EU ETS » avec M. Mansanet-Batailler, *Energy Policy* 38(7): 3329-41.
- Keppler, Jan Horst (2010). « The Impact of the EU ETS on Prices and Profits in the Electricity Sector » avec M. Cruciani, *Energy Policy* 38(8): 3280-90.
- Keppler, Jan Horst (2010). « The Interaction Between the EU ETS Carbon Market and European Electricity Markets » in Ellerman D., Convery F. and de Perthuis C., *Pricing Carbon : The European Union Emissions Trading Scheme*, Cambridge University Press, Cambridge (UK), 2010, p. 293-328.
- Keppler, Jan Horst (2010). « Going with Coase against Coase : The Dynamic Approach to the Internalization of External Effects », in *The Economics and Finance of Sustainable Development*, Economica, Paris, p. 118-139.
- Keppler, Jan Horst (2007). « Causality and Cointegration between Energy Consumption and Economic Growth in Developing Countries », Chapitre 5 in *The Econometrics of Energy Systems*, J. H. Keppler, R. Bourbonnais and J. Girod (eds.), p. 75-97.
- Keppler, Jan Horst (2001). « Understanding Sustainable Development : Key Features and Principles » avec M. Mira d'Ercole, dans OCDE, *Sustainable Development – Critical Issues*, p. 35-52.
- Keppler, Jan Horst (2000). « Prices, Technology Policy and the Rebound Effect » avec F. Birol, *Energy Policy* 28 (6-7), p. 457-469.
- Keppler, Jan Horst (1998). « Externalities, Fixed Costs and Information », *Kyklos* 52 (4), p. 547-563.
- Pigou, Arthur Cecil. 1932. *The Economics of Welfare*. 3rd Edition. London: Macmillan.